現代科学教育論

戸坂潤

科学教育という名でさし当り考えられるものに二つの場合がある。第一は科学者養成のための専門教育であり、第二は素養乃至教育としての科学のための云わば普通教育である。専門の科学者となるには先ず科学的素養と教養とが必要であるは勿論のことだし、専門の科学者を教育することや、又専門の科学者が人を教育することを除いては、科学の普通教育は行なわれ得ないから、この二つのものが直接に結びついていることは云うまでもないことだ。

だが実はこの結びつきに予め注意を払わねばならぬものがあるのである。というのは、一体今日の日本の

教育に於て、科学の普通教育が科学者養成の専門教育とどれだけ区別されているか、ということが問題なのである。学校の凡ての生徒が将来科学者になるのではないという簡単な一つの事実だけを見ても、とに角科学者教育と科学普通教育とでは、その直接の目的が違うのであり、従ってその着眼点も違わなければならぬ筈だ。単に、一方がより高級な科学的知識を授けるに対して、他方がより初歩的な知識を授けるというような区別では、事は足りない。いや初歩的ということ、エレメンタールということが、科学にとって何を意味するかが、抑々の問題だろう。夫は必ずしも高級に対

する低級という意味で初歩的である、とばかりは云うことが出来ない。寧ろ基本的という意味の場合が少なくないが、科学の歴史的発展や構成を科学論的に論じるに際して、その基本的ということが何を意味するかということが重大な問題だ。もしそうでなければ、Ｆ・クラインなどが書いた『初等数学』の類は科学的な価値の低いものに過ぎぬという事になるだろう。又仮に代数学が微積分学に較べて初等的なものだとしても、他方それでは方程式論は変分よりも低級なものだと云えるだろうか。整数論乃至数論は単に初等的なものだろうか。群論やマトリックス理論はどうか。波動

微分方程式よりもマトリックスを使った量子力学の解き方の方が、初歩的だということになるのだろうか。

初歩的又は要素的だということは、それ独自の価値のあることで、高級なものに対する低級なものということには限らない。――処で仮に教養乃至素養としての科学教育（今一時自然科学を考えておくとする）が事実上小学校中学校高等学校其の他の学校で初歩的で初等的な科学を教えることであり、之に反して専門の大学で教授するのが事実上高級な科学的知識であるとしても、つまり前の場合は科学の初等教育（？）であり、後の場合が科学の高等教育であるとしても、この

初等教育はこの高等教育に対比して独自の価値を持っている。

　小学校の児童には小学校児童らしい初等教育が必要なので、その意味では勿論初等教育はそれ自身に独自の価値があるのであり、もしそうでなければ大学の先生は小学校の先生よりも教育家として偉いというような妙な結論になるわけだが、今云うのはそのことではないのだ。科学教育自身に於て、つまり科学自身の問題として見て、要するに生徒や学生の年齢其の他の問題としてではなくて云わば科学そのものの利害関係から云って、科学の初等教育（？）は科学の高等教育（？）

に較べて独自の価値があると云うのだ。

一見、普通教育は専門教育に較べてそれ自身の価値を持つものだ、という教育学上の常識のようなものに帰着するように見えるかも知れないが、そして普通教育はこの常識から云っても決して単に初等教育に限るのではなくて、文部省式に云うと、中等普通教育、高等普通教育、というようなものを含むのだが、併し今云うのはそれだけではない。事実中学でやる科学は高等学校の初歩的なものであり、高等学校のは大学でやる科学の予科的なものだという関係があるとすれば、所謂普通教育としての科学教育は、専門教育としての

科学教育の、単に初歩的なものに過ぎないということにならざるを得ない。之は多少とも現実の科学教育の事情だと思う。

普通教育としての科学教育と専門教育としての科学教育とが、言葉や表筆の上では勿論区別され得るような建前になっているとしても、その区別の本当の精神と、その区別の本質的な意義とは、必ずしも充分に注目されてはいないのではないかと思う。寧ろ両者はやや無造作に結びつけられ過ぎているようだ。専門的な学術の縮小版や省略版を授けることが、学術の普通教育だというような感がないとは云えない。この弊はす

でに教育の玄人や素人にも拙劣な形で意識されているので、つめ込み主義がいかんとか、画一主義がいかんとか云う場合にここと無関係ではないし、知育偏重がいかんという場合、之を無理に好意的に解釈するとすれば、まずこの辺に落ちつく他はない。と云うのは、科学に於ける普通教育は、科学の専門教育の縮小再生産のようなものではなくて、正に教養乃至素養としての科学教育だ、ということが注目されねばならぬ、と云いたいのであると私は好意的に解釈する。

教養乃至素養としての科学の教育と、専門技術としての科学の教育とが、夫々独自の役割を持った処の、

上下関係とは云い切れない処の、区別に置かれているというわけだが、処が、一体こう一旦区別された教養乃至素養としての科学の教育とは何か、ということになると、又色々のわなが用意されているのだ。教養ということについては問題があまり沢山あるから後まわしにして、素養としての科学の教育が、専門学術としての科学の教育と別であるというと、それでは科学の基本的な知識とでもいうようなものをそううまく教え込むことが素養としての科学の教育だろう、ということにもなりそうだ。そうなると、要するに科学についての最も要領よく生徒を教える処の教授法上の優秀さに

問題は帰着しそうである。例えば或る程度の専門的な記憶力と推理力と、その知識の教授法とを、掛け合わせた数値の一等高い人が、素養的科学教育の最も優れた先生になるというわけだ。自然科学の先生が専門の学識と人格者であることとを要求される、というような事情を少し好意的に解釈すれば、こんな処かも知れない。

だがこういうようなものは科学教育に於ける師範教育的迷信なのである。素養教育乃至普通教育は、大体教科書を使うことが出来るものだが、処が実は教科書というものほど条件のムツかしいものはないのである。

優秀な教科書を書ける人は、実は一流の専門科学者以外にはない筈だ。科学は教科書から出発するのではなくて、教科書が科学的研究の一つの要約でなくてはならぬ筈だからだ。教科書は師範教育的には決して本当の編纂を許さないもので、之は専門の大家の老練な作品でなければならぬ。処でそういう教科書は決して実際に多くはない。大抵の教科書は教科書的マンネリズムの惰性的所産でしかない。そこから、教科書は一般に学術的に無価値なものだというような俗見も発生する。——之は学術研究と学術教育とが別々にバラバラに考えられていることに他ならぬ。而も之は却って、

学術の専門教育と普通教育とをダラしなく混合させることから来たのであり、教養乃至素養としての科学教育の独立の意義を充分に認め得ないということから来るのであった。科学的素養の教育と科学的専門教育とは、あくまで区別されねばならぬ。科学と云うものの本性上之が必要なのだ。それが区別されることによって、却って初めて両者の真に生きた連関、お互いに欠くことの出来ない相互条件が見出されるだろう。

そうしない限り、例えば専門学者が大衆的な教科書をかくことを潔しとしなかったり、科学を教材としか心得ていない先生達が我とばかりに教科書を編集した

り、それから素人はどこへ行っても科学はムヅかしいものだというような無責任な常識に安住したりする、こうした日本文化全般に於ける科学的低能性を、是正する方針を立てることは出来まい。

併し私が最も興味を有つのは、専門科学教育よりも寧ろ、普通科学教育、つまり素養乃至教養としての科学の教育についてである。専門科学教育に関した問題も、この興味の観点から問題にするのが唯一の正当な道だと考える。その逆のコースは事実上色々の無理を産むだろう。専門科学教育の壇上から科学的教養を考

えて行くと、一切の衆生は専門家の下に立つ極めて至らない不完全者に過ぎなくなる。夫はまるで現役の将校が、一切の国民を自分の部下の兵卒に過ぎぬと考えるように妙な事で、職業意識の戯面［#「戯面」はママ］なのだが、こういうアカデミシャン意識のカリケチュアは、色々と尤もな形のナンセンスとなって現われるだろう。例えば科学的啓蒙と云えば科学を易しく素人に教えるためのポプュラリゼーションだと思い込んだり（之は何と退屈な通俗化ではないか）、或いは逆にそういうジャーナリズム（！）は科学の敵だと思ったり。

――専門の科学という存在がもし民衆のためのものな

ら（アカデミシャンの神聖文化でないなら）、科学教育の問題は大局に於て素養乃至教養としての科学の教育から考えられて行かねばならぬ。

予め注意しなければならぬのは、教育という一般的な観念である。夫が素質の掖導であるとか性格の形成であるとか人間性の陶冶であるとか、其の他其の他様々に云われている。併し之は一般の教育についてだ。科学教育では教育はどう考えられているのか。そこになるともうあまりハッキリとした常識は用意されていないようである。処が普通の教育で実際行なわれている処を見ると、少なくとも科学教育は、科学的テーゼ

を何かの仕方で教え込むことに他ならないらしい。中学校の物理学は割合少数の物理法則を教え込む、高等学校ではもう少し沢山の物理法則を之につけ足す。或いは前者では精々代数乃至三角を使った公式を覚え、後者では微分方程式を使った公式を覚える、と云ったような次第である。この現状には恐らく誤謬はないのだろうが、併しそこから出て来る唯一の常識・科学教育に於ける教育なるものに就いての常識は、要するに既成の科学的成果の若干を覚え込ませるという事だ。それが科学的知識というもので、夫が科学的素養にもなり教養にもなると常識は考えているようである。

歴史や地理に較べて、中学の物理学などは所謂暗記物ではないとされている。でここでは詰め込み主義は大して信用されていない。ではその代りに何があるのか、推理か、それとも他の何かか。だが科学教育をそういう心的能力という形式的観念から問題にすることは間違ってもいるし流行ってもいないだろう。だがしかし、では中学の物理学は何主義で教えられるか。

本当を云うと云わば一種の歴史主義（相対主義とは無関係とする）に基くべきものだ。力学の三法則は如何にして発見され如何にして整備されたか、そして夫は誰によってどういう問題を解くべく求められたか。

この物理学の主な夫々のテーゼの有っている歴史的な苦心を抜きにして、いきなり出来上ったものをもち出されたら、記憶しようにも合理的な根拠を見出し得ないだろう。勢い暗誦というような無理な形になる。一体暗誦というものはヴェルギリウスかホラティウスの文章でも記憶する時の手段であって、文献学的なものであり、自然科学の精神とは一応別な系統のものだ。

記憶ということは素養の能力として何より大切なもので、これに就いての認識論的又は教育理論的注目は割合薄いのではないかと考えられる。数学さえ本当の意味では記憶によるのだ。理解の能力と記憶の能力と

は平行するのが普通で、理解したものは記憶出来るし、記憶出来たものは理解したものに限るのだ。本当の記憶にはだから、理性に対するクーデーターである暗記などとは異って、合理的な根拠が、心理的で且つ論理的な根拠が、ある。夫が歴史的な来歴・科学発達の苦心の跡、によって与えられる。単に之は記憶の合理的な根拠であるばかりではない。推理・予想・及び科学的なファンタジー（所謂オリジナリティーはここに基く）さえの、合理的な根拠だ。吾々が与えられている物理法則がどの程度に確かなものか、どういう異論に出会いつつあるか、つまりどの程度の疑問の余地のあ

るものか、そういうことを抜きにされたただの教材では、棒暗記の他はなくて、それから何等の想像を産むことも出来ぬ（この想像力は探検の精神に近いだろう。探検も亦一つの科学的精神の発露である。地理や博物や歴史の興味がここに関係している）。

で、物理学なら物理学の現下の諸テーゼが、歴史的にどういう来歴があって今日に至っているか（例えば一体純実験的に出されたものか理論的に導かれたものか）、今日どういう時代的条件におかれているか、そして今後どういう発達の余地を見出しそうか、という知識が物理学の素養の内容になるべきなのだ。この歴史、、

的認識は同時にこの諸テーゼの技術的社会的認識にも直接している。今日の社会に於ける技術上の実際問題にどういう関係があるか（直接なければないということが又一つの重大な規定になろう）が判って、初めてその真理性が判るのである。「実際教育」とか「実業教育」とか云うが、夫がもしこういうことでなければただの政治屋的片言に過ぎない。だがこうなって来ると、今日の普通教育に於ける科学教育から見れば、まるで夢のようなものだろう。だが之が夢である限り、素養教育・教養としての科学教育の、原理はどこにも見出せないだろう。依然として、専門教育の師範教育的縮

小逓減再生産に止まる他ないだろう。

この現状で一等悪いことは、生徒が科学に就いて何等の疑問を持たぬ、ということだ。と云うのは事実教科書は、科学が何か全く完成したかのような風に書いている。科学は何等の隙もない完璧なものになったように報告されている。従って之を学ぶ者は本当の意味での問題を見出すことが出来ない。生徒にとって問題と云えば試験問題でしかなく、本当の問題は封じられている。今日の生徒の大多数は自然科学の学課についての問題と云えば、試験問題だと思っている。処が試験問題というものはすでに解決ずみのもので、実は問

題でも何でもないのだ。之は自然を検討する問題ではなく単に生徒を検討する浅墓な教育手段に過ぎぬ。科学を学んで、科学の「問題」を知らぬと云うことは、恐るべき冒瀆だ。自然と人類とに対する恐るべき冒瀆なのだ。本当に問題を持たないから、稚拙ながらも問題を持たぬから、探究心も生じなければ従って興味も生じはしない。——科学的精神・科学的識見は決して養われないのである。

尤も私は観点を明らかにするために、事情をわざと或る程度誇張して描写する。皆が皆までこうだと云うのでもなければ、又この通りの場合が沢山あると云う

のでもない。併し私の云い度いのはこの科学的精神・科学的識見・に就いての検討が、科学教育に於てハッキリしていないという点に集中するのである。科学普通教育としての素養・教養・教育の問題はここに焦点を有っている。

男の中等学校には物理や化学の好きな生徒が多い。彼等の興味は勿論大切である。興味がない生徒に何を強いても、夫が興味自身を作興するに成功しない限り、まず無益だろうからだ。だが彼等のこの興味をあまり高く評価することは要心する必要があるだろう。彼等は物理や化学の書物や書式や実験装置や実験的行動や、

つまりそういう科学的な風物に審美的に感動することも出来るのだ。又偶々夫が成績の上で得意であるというだけで、好きにもなれるものだ。興味がなければ駄目だが、併し興味を有つ者が皆真に科学を愛していると即断することは出来ぬ。物理や科学が一人前以上に出来て、一人前以上の興味を有っていた中学の秀才も、二十年も経つと多くはどこかの県庁の部長などにおさまっているというような世情を参照すべきだ。問題は科学的精神である。横好きではなくて理解から来る科学への尊敬、要するに自然科学なら自然科学が探究する真理に対する尊敬、ということだ。自然の観察・考

察・と之とは深い関係がある。こういう心情を誘掖することが、普通教育としての、素養・教養としての、科学教育の第一条件だろう。

但し科学的精神というと実は漠然としすぎている。自然科学に就いての深い興味も科学的精神ならば、一般に社会科学や哲学や又文学についてさえの関心も、科学的精神だろう。今まで云って来たのは、前者の方だ。するとただ科学的精神・科学的識見・というのでは困るようだ。だがその際問題は科学的精神にあるのではなくて、素質の如何によって生じて来る科学的精神の区別にあるのである。科学的精神は一つの人間的

教養の問題であり、人類の素質の問題だ。之を欠いたなら詩人になろうと政治家になろうと、ロクな奴にはならぬ。だが素質の方は或る限度まで先天的なもので、凡ゆる人間に凡ゆる素質を要請することは無論出来ない相談だ。自然科学的直覚能力の秀でた生徒は、この科学的精神をば自然科学への興味の形で育てるのである。

博物学的な直覚とか、物理学的直覚とか、化学的直覚とか、数学的直覚とか、という区別を便宜的に仮定してもいいだろう。読書的な理性と観察的な理性のタイプを区別してもいいだろう。とに角素質とその発

達としての性向の区別がある。だがこの区別にも拘らず、一般に科学的精神の形成は、最も大切な科学教育なのである。大体に於て素質が専門を択ばせる、少なくとも成功した選択ではそうだ。だが今は専門としての科学の教育の話ではなくて、教養としての・素養としての・科学の教育の話だった。するとつまり、この科学的精神なるものは、所謂「科学」にだけ固有な精神ではなくて一切の事物に就いての科学的態度を意味するのであり、まして自然科学にだけ固有な精神ではない、という事になる。科学の広範な意味は所謂「科学」から一切の芸術的認識を含めての、認識というこ

とだ。科学的精神の訓練とは、要するに認識——実在の反映としての——の訓練のことでもいいのだ。

しかしそんな一般的なものは、所謂科学教育とあんまり離れすぎていて、お話しにならぬではないか、と云うかも知れない。処がこの科学的精神が実証されている処、否実証され得る筈の、一等間違いのない領域は、所謂「科学」の世界であり、特に自然科学の世界だという事実を見落してはならぬ。事実上自然科学が科学的精神の保塁の守備者なのだ。処で併し、だから科学だけが科学的精神を持てばよいのだとか、科学者だけが科学的精神の専門家だとかと推論してはならぬ。

今日の日本などで最も大事で必要なのは、寧ろ社会の歴史の認識に於ける科学的精神だ。そこに科学的精神があれば、この認識は科学になるし（社会科学・歴史科学）、それがなければこの認識（？）は認識にもならぬ。科学であるかないかを決定するのはこの科学的精神であって、その逆ではない。所謂科学も之によって初めて科学という名誉を持っているのだ。芸術も亦一種の条件を持った認識なのだ。観察というものがどういう役割を持つかを見れば、夫はわかるだろう。之は科学ではなくて芸術だ。それにも拘らずその精神は科学的であることを必要とする（必ずしも良い例ではな

いが例えば寺田寅彦博士の物理学と随筆とを見よ)。真理の組織的な探究が必要なのだ(グルモンの評論などを見ると、科学的精神なるものがどれ程普遍的なものであるかが判ろう。而も之はほんの一例に過ぎないのである)。

自然科学の専門家が、一歩その専門外に出る時、全く非科学的になり勝ちだということは、方々で指摘されていることである。自然科学の専門家は、職業的には専門家であるにも拘らず、科学的精神という一個の人間認識の遂行者としては必ずしも老練家でないことを、之は告げている。専門的科学教育の優等生では

あっても、教養としての科学教育の落第生に他ならぬというわけだ。いや専門の科学に就いてさえ、今日専門科学者の皆が皆まで徹底的に科学的であるとは云えないようだ。つまり中学生の或る者が偶々物理や化学が好きだというのと同じ内容が、彼等が専門の科学者であるということの人間的実質だ、という場合さえあるのである。

科学的精神というものはごく一般的なもので、決して科学者の専売ではない。ただ科学教育とは、この科学的精神を、所謂「科学」に就いて誘導開発するものの謂いだというのである。従って所謂科学教育（普通

教育としてのだ）が生きた意味を有つなら、夫は必然に、一切の社会・歴史・文化・の問題に就いての考察にもその科学的な態度を浸潤させ得るはずなのだ。処で実際はそうは行っていない。日本人程科学的精神を教育されていない文明人はない様だ。科学は西欧の精神であるなどと云い出す盲蛇におじぬ文化人が充ち満ちている。日本では生活に就いての科学的認識が極めて薄弱なのである。と同時に、他方日本では科学が文化的な玩具か生活のデコレーションのようなものになっている。だから「知育偏重」反対論などを耳にしても、驚くには値いしない。科学というものの意味が、

殆んど全く理解されていないのだから。

でここに科学教育の使命の重大さが、露骨に現われて来るだろう。この場合科学教育をただの「科学の教育」だなどと見ることは、事柄をゴマ化すことだ。科学的精神の教育こそが科学教育の目標でなければならぬのである。――だが一体その科学的精神とは何なのか、と問われるだろう。併し限定は極めて簡単で事足りる。事物の歴史的転化に就いての理解が夫である。事物そのものは歴史的に転化して来たし又転化しつつある、之を因果的に説明し、之に合理的な根拠を与え、之を検証し、そして之を初めて実際的に（実地に実践

的に）解釈する精神のことである。尤もクロード・ベルナールの生物学を文学的に直訳したゾラなどは、恐らく多少拙劣な科学的精神だろうが。

　教養や常識は、この精神の存在に基いて初めて成り立つことが出来る。そして教育や啓蒙も亦、この精神を中心にして初めて意義を有つ。その証拠に、この科学的精神の存在を差引いて考えて見ると好い。その時教養とは尤もらしいが極めて退屈な文化人的ポーズに過ぎなくなるし、常識はただの無知と同じ事になる。教育や啓蒙は単に先生振ることになる。処で今先生振る代りに神聖な専門家を気取るとする、夫は科学的精

神を有たぬ場合の専門家のカリケチュアに他ならないだろう。もし専門的科学教育がこういう形の専門科学者を造る事であるなら、専門的であるという事は片輪であるということになる他ない。事実そういう皮肉な通念もあるのだ。

底本：「戸坂潤全集　第一巻」勁草書房
１９６６（昭和41）年５月25日第1刷発行
１９６７（昭和42）年５月15日第3刷発行
入力：矢野正人
校正：松永正敏
２００３年9月11日作成
青空文庫作成ファイル：
このファイルは、インターネットの図書館、青空文庫（http://www.aozora.gr.jp/）で作られました。入力、校正、制作にあたったのは、ボランティアの皆さんです。